
كتب الفراشة
تجارب علمية مبسطة
تجارِبُ
عِلْميَّة مُبَسَّطَة
الجَاذِبيَّة
الأَرْضِيَّة

دورلنغ كندرسلي
مكتبة لبنان ناشرون ش.م.ل.

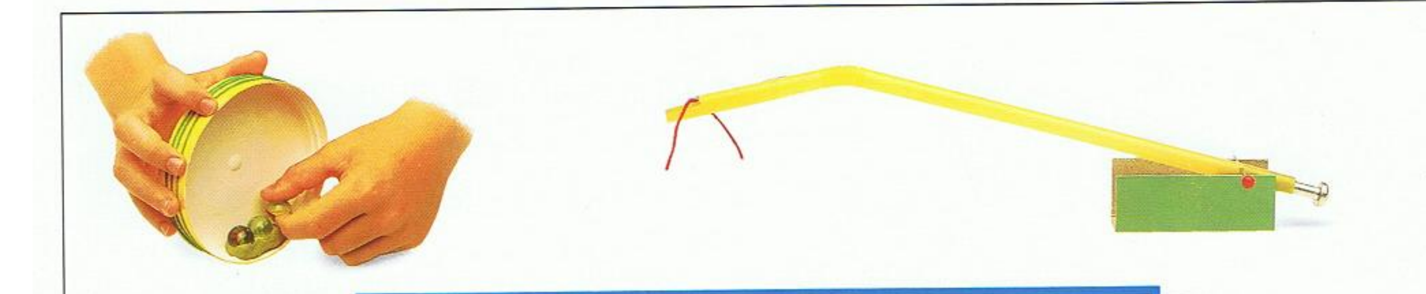
نشر مكتبة لبنان ناشرون
بالتعاون مع شركة دورلنغ كندرسلي

مكتبة لبنان ناشرون
صندوق البريد : ١١-٩٢٣٢
بيروت - لبنان
وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم

الطبعة الأولى : ١٩٩٨
طبع في لبنان
رقم الكتاب: 01C193262

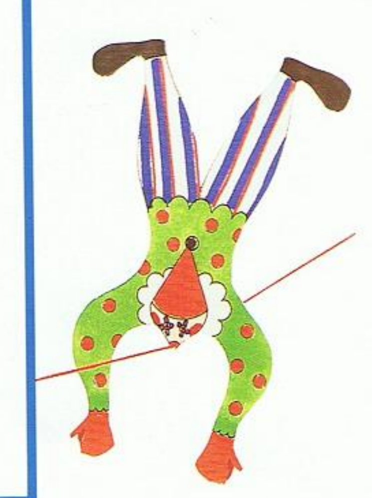
 كتب الفراشة

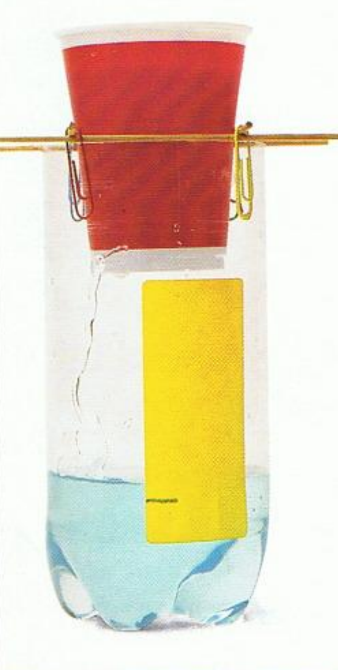
سلسلة "تجارب علمية مبسطة":





تجَارِبُ عِلْمِيَّة مُبَسَّطَة
الجاذبيَّة الأرضيَّة





إعداد
الدّكتور ألبير مُطلق

مكتبة لبنان ناشرون

ما الجاذِبيّة الأَرْضيّة ؟

عِنْدَما تَقْفِزُ عالِيًا ، لِمَ تَعودُ فتَسْقُطُ ثانِيَةً؟ تَسْقُطُ بفِعْلِ قُوَّةٍ خَفِيَّةٍ نُسَمّيها الجاذِبِيَّةَ الأَرْضِيَّةَ. الجاذِبِيَّةُ قُوَّةٌ تَشُدُّ الأَجْسامَ إلى بَعْضِها ، وهي تَتَوَقَّفُ على كُتْلَةِ الجِسْمِ ، أو كَمِّيَّةِ المادَّةِ الّتي يَتَأَلَّفُ منها الجِسْمُ. كُلَّما عَظُمَتِ الكُتْلَةُ عَظُمَ الشَّدُّ. إنّ كُتْلَةَ الأَرْضِ منَ الضَّخامَةِ بحَيْثُ تَشُدُّ جاذِبِيَّتُها كُلَّ ما هو عليها في اتِّجاهِ سَطْحِها ، وتُبْقيهِ هناك.



عَمَل غَيْرُ شاقّ

كُتْلَةُ القَمَرِ أَخَفُّ من كُتْلَةِ الأَرْضِ، لِذا فإنّ جاذِبِيَّتَهُ أَضْعَفُ كَثيرًا. لِرُوّادِ الفَضاءِ، عِنْدَما يكونونَ على سَطْحِ القَمَرِ، سُدْسُ وَزْنِهِمْ على الأَرْضِ، معَ العِلْمِ أنّ كُتْلَةَ أَجْسامِهِمْ لا تَتَغَيَّرُ. (وهذا يَجْعَلُ حَرَكَتَهُمْ خَفيفَةً).

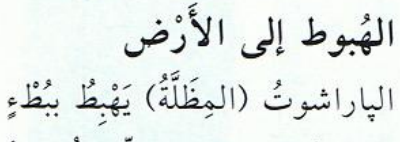
الغَوْص العالي

عِنْدَما يَقْفِزُ هذا الغَوّاصُ من عارِضَةِ الغَوْصِ، تَشُدُّهُ الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ في اتِّجاهِ البِرْكَةِ إلى الأَسْفَلِ على نَحْوٍ مُتَسارِعٍ.

راقِبْ وَزْنَك

تَشُدُّكَ الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ إلى الأَسْفَلِ بِمِقْدارٍ مُعَيَّنٍ منَ القُوَّةِ. هذا المِقْدارُ يُعادِلُ وَزْنَكَ، وبِإِمْكانِكَ أنْ تَعْرِفَهُ بالوُقوفِ على ميزانٍ.

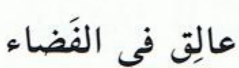




الهُبوط إلى الأَرْض

الپاراشوتُ (المِظَلَّةُ) يَهْبِطُ بِبُطْءٍ بِفِعْلِ مُقاوَمَةِ الهَواءِ الّتي تُعاكِسُ قُوَّةَ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ.



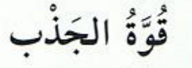


عالِق في الفَضاء

الجاذِبِيَّةُ تُبْقي الكَواكِبَ في مَدارٍ حَوْلَ الشَّمْسِ، وتُبْقي النُّجومَ مُجْتَمِعَةً في مَجْموعاتٍ هائِلَةٍ نُسَمّيها مَجَرّاتٍ.

مُوازَنَةُ الكُرة

بإِمْكانِ عِجْلِ البَحْرِ الأَسَدِيِّ أَنْ يُوازِنَ كُرَةً بِإِبْقاءِ أَنْفِهِ تَحْتَ «مَرْكَزِ جاذِبِيَّتِها»، أو مَرْكَزِ ثِقَلِها، وهو أيضًا نُقْطَةُ تَوازُنِها.



قُوَّةُ الجَذْب



لِكُلِّ شَيْءٍ جاذِبِيَّةٌ - حتّى التُّفّاحَةُ تَجْذِبُ وإنْ بِقُوَّةٍ ضَئيلَةٍ. لمّا كان شَدُّ الأَرْضِ أَعْظَمَ بِكَثيرٍ تَسْقُطُ التُّفّاحَةُ في اتِّجاهِ الأَرْضِ.

⚠ هذه الإشارَةُ تَعْني **كُنْ حَريصًا**. عليك أنْ تَسْأَلَ راشِدًا أنْ يُعينَكَ في هذه الخُطْوَةِ مِنَ التَّجْرِبَةِ.

كُنْ عالِمًا حَريصًا على السَّلامة
اِتَّبِعِ التَّعْليماتِ كُلَّها وكُنْ حَذِرًا دائِمًا، خُصوصًا عِنْدَ تَناوُلِكَ المِقَصّاتِ أو غَيْرَها مِنَ الأَجْسامِ الحادَّةِ. إيّاكَ أنْ تَضَعَ شَيْئًا في فَمِكَ أو عَيْنَيْكَ. عِنْدَما تَسْتَدْعي التَّجْرِبَةُ أنْ تُلَوِّحَ بِشَيْءٍ أو تَقْذِفَ شَيْئًا في الهَواءِ، افْعَلْ ذلك في الهَواءِ الطَّلْقِ، بَعيدًا عنِ النّاسِ.

القُوّة السّاقِطة

هلْ يَسْقُطُ الجِسْمُ الثَّقيلُ بأَسْرَعَ مِمّا يَسْقُطُ الجِسْمُ الخَفيفُ؟ أَسْقِطْ كُرَةً ثَقيلَةً وأُخْرى خَفيفَةً في وَقْتٍ واحِدٍ وانْظُرْ أَيُّهُما يَصِلُ إلى الأَرْضِ أَوَّلًا. اِسْتَكْشِفْ مَدى القُوَّةِ الّتي تَشُدُّ بها الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ كُلًّا منَ الكُرَتَيْنِ.

ما تحتاج إليه:

- كُرة فولاذِيّة صَغيرة
- كُرَة بلاسْتيكِيّة خَفيفة
- صينِيّة مَعْدِنِيّة
- مَعْجونُ تَشْكيل
- مِرْقاق

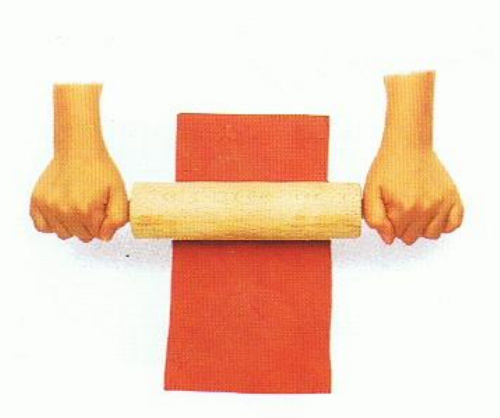


١ زِنِ الكُرَتَيْنِ في يَدَيْكَ. تَشْعُرُ بثِقَلِ الكُرَةِ الفولاذِيَّةِ. ضَعِ الصّينِيَّةَ على الأَرْضِ.

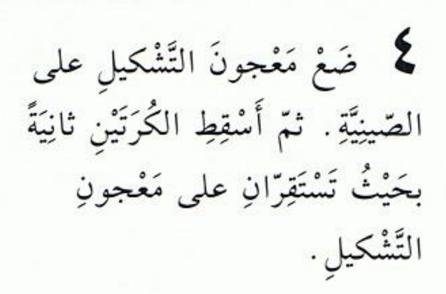
تَأَكَّدْ أنّ يَدَيْكَ على مُسْتَوًى واحِدٍ عِنْدَ إسْقاطِ الكُرَتَيْنِ.

٢ اِمْسِكِ الكُرَتَيْنِ فَوْقَ الصّينِيَّةِ. أَفْلِتْهُما معًا في اللَّحْظَةِ نَفْسِها. أَنْصِتْ - سَتَسْمَعُهُما يُصيبانِ الصّينِيَّةَ معًا.

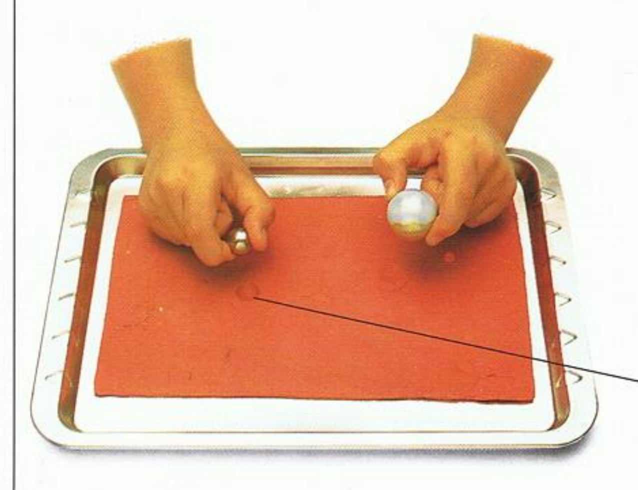
قُوَّةُ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ تَجْعَلُ كُلَّ شَيْءٍ يَسْقُطُ بالسُّرْعَةِ نَفْسِها، وليس لِوَزْنِ الجِسْمِ مَفْعولٌ.



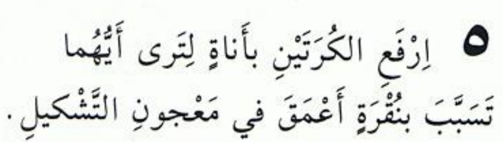
٣ رِقَّ شَيْئًا من مَعْجونِ التَّشْكيلِ.



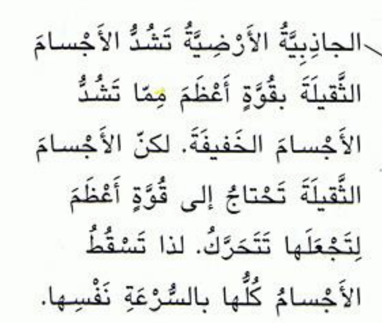
٤ ضَعْ مَعْجونَ التَّشْكيلِ على الصّينِيَّةِ. ثمّ أَسْقِطِ الكُرَتَيْنِ ثانِيَةً بحَيْثُ تَسْتَقِرّانِ على مَعْجونِ التَّشْكيلِ.



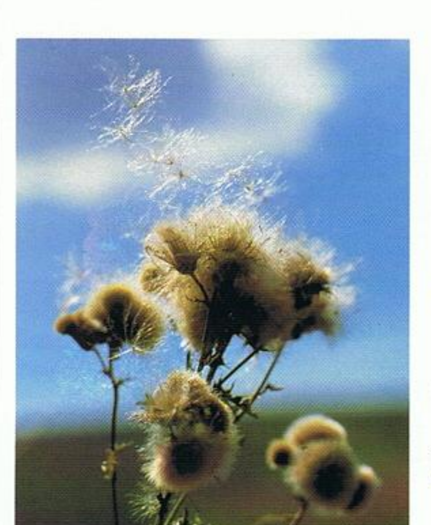
تَتَسَبَّبُ الكُرَةُ الفولاذِيَّةُ بنُقْرَةٍ أَعْمَقَ، لأنّ الجاذِبِيَّةَ الأَرْضِيَّةَ تَشُدُّها بقُوَّةٍ أَعْظَمَ.



٥ اِرْفَعِ الكُرَتَيْنِ بأَناةٍ لِتَرى أَيُّهما تَسَبَّبَ بنُقْرَةٍ أَعْمَقَ في مَعْجونِ التَّشْكيلِ.



الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الأَجْسامَ الثَّقيلَةَ بقُوَّةٍ أَعْظَمَ مِمّا تَشُدُّ الأَجْسامَ الخَفيفَةَ. لكنّ الأَجْسامَ الثَّقيلَةَ تَحْتاجُ إلى قُوَّةٍ أَعْظَمَ لِتَجْعَلَها تَتَحَرَّكُ. لذا تَسْقُطُ الأَجْسامُ كُلُّها بالسُّرْعَةِ نَفْسِها.



دَعْمُ الهَواء

تَسْقُطُ الأَجْسامُ الخَفيفَةُ جِدًّا، كَبُذورِ الهِنْدِباءِ البَرِّيَّةِ هذه، ببُطْءٍ أو حتّى إنّها تَطْفو في الهَواءِ. إنّها منَ الخِفَّةِ بحَيْثُ يَحْمِلُها الهَواءُ، مُعاكِسًا بذلك عَمَلَ قُوَّةِ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ.

أَصِبِ الهَدَف

أَفْلِتْ بِضْعَ كُراتٍ ثَقيلَةٍ وخَفيفَةٍ من أعلى مِقْذَفٍ وحاوِلْ أنْ تَحْزِرَ المَوْضِعَ الدَّقيقَ الّذي ستَحُطُّ عِنْدَهُ. كَمْ تُقَدِّرُ عَدَدَ الكُراتِ الّتي ستَحُطُّ في مَكانٍ واحِدٍ؟

ما تحتاج إليه:

- وِعاء پلاسْتيكِيّ
- كُرات مُخْتَلِفَةُ الأَحْجام
- غِطاءُ عُلْبَةِ كَرْتون
- شَريط لاصِق
- مِقَصّ
- شَقّة مِنَ الوَرَق المُقَوّى



١ قُصَّ الغِطاءَ إلى قِسْمَيْنِ. ثمّ قَوِّرْ في كُلِّ قِسْمٍ نِصْفَ دائِرَةٍ.

٢ قُصَّ أَهْدابًا عَريضَةً في طَرَفَيْ شَقَّةِ الوَرَقِ المُقَوّى.



٣ اِطْوِ الأَهْدابَ إلى الوَراءِ وأَلْصِقْها إلى قِسْمَي الغِطاءِ لِعَمَلِ مِقْذَفٍ.



٤ اِرْفَعِ المِقْذَفَ على حامِلٍ. أَفْلِتْ كُرَةً من أَعْلى المِقْذَفِ. ضَعِ الوِعاءَ في مَوْضِعِ وُقوعِ الكُراتِ.

قُوَّةُ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ تَشُدُّ كُلًّا مِنَ الكُراتِ نُزولًا في المِقْذَفِ.

تُتابِعُ كُلُّ كُرَةٍ في سُقوطِها التَّقَدُّمَ.

٥ أَفْلِتِ الكُراتِ من أَعْلى المِقْذَفِ واحِدَةً واحِدَةً. كُلُّها تَقَعُ في الوِعاءِ، مع أنّها من أَحْجامٍ مُخْتَلِفَةٍ!

الكُراتُ كُلُّها تَتْرُكُ المِقْذَفَ بالسُّرْعَةِ نَفْسِها. تَتْبَعُ المَمَرَّ نَفْسَهُ وتَقَعُ في المَكانِ عَيْنِهِ.

تَزَلُّج في الهَواء



يَنْدَفِعُ المُتَزَلِّجُ القَفّازُ نُزولًا في مِقْذَفٍ شَديدِ الانْحِدارِ قَبْلَ أنْ يَقْفِزَ في الهَواءِ. وهو، مَشْدودًا بالجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ، يَتْرُكُ المِقْذَفَ بسُرْعَةٍ هائِلَةٍ، ويُتابِعُ انْطِلاقَهُ عَبْرَ الهَواءِ، إلى أنْ يَحُطَّ على الأَرْضِ قاطِعًا مَسافَةً طَويلَةً.

سِباقُ المُنحدَرات

أَطْلِقْ سَيّارَةً في طَريقٍ مُنْحَدِرٍ منِ ارْتِفاعاتٍ مُخْتَلِفَةٍ وانْظُرِ السُّرْعَةَ الّتي تَنْطَلِقُ بها والمَسافَةَ الّتي تَقْطَعُها! الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَجْعَلُ الأَجْسامَ تَزْدادُ سُرْعَةً كُلَّما كانَ انْحِدارُها أَطْوَلَ.

ما تحتاج إليه:

مِقَصّ

عُلْبَةُ كَرْتون ذاتُ غِطاء



سَيّارة لُعْبة



كُلُّ شَقٍّ يَنْبَغي أنْ يَصِلَ إلى مُنْتَصَفِ المَسافَةِ.

١ قُصَّ مُعْظَمَ أَحَدِ الطَّرَفَيْنِ وأَحَدِ جانِبَيِ العُلْبَةِ الكَرْتونِيَّةِ. قُصَّ ثَلاثَةَ شُقوقٍ في الطَّرَفِ الآخَرِ.



لِيَكُنِ الشَّقُّ بِنِصْفِ عَرْضِ الغِطاءِ.

قُصَّ القُرْنَةَ لِتَبْسُطَ الغِطاءَ.

٢ قُصَّ الغِطاءَ بِعَرْضِ جانِبِ العُلْبَةِ. قُصَّ شَقًّا في أَحَدِ جانِبَيِ الغِطاءِ قُرْبَ الطَّرَفِ. هذا هو مُنْحَدَرُكَ.



٣ رَكِّزِ المُنْحَدَرَ في شَقِّ العُلْبَةِ السُّفْلِيِّ. ثمّ أَطْلِقِ السَّيّارَةَ من أَعْلاهُ.

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ السَّيّارَةَ نُزولًا في المُنْحَدَرِ. تَكْتَسِبُ السَّيّارَةُ سُرْعَةً وتَقْطَعُ مَسافَةً قَصيرَةً.

٤ رَكِّزِ المُنْحَدَرَ في الشَّقِّ الأَوْسَطِ وأَطْلِقِ السَّيّارَةَ مُجَدَّدًا. هذه المَرَّةَ تَنْطَلِقُ بسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وتَقْطَعُ مَسافَةً أَطْوَلَ.

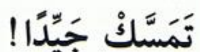




المُنْحَدَرُ أَعْلى، فتَكْسِبُ السَّيّارَةُ المَزيدَ منَ السُّرْعَةِ.



٥ رَكِّزِ السَّيّارَةَ في الشَّقِّ الأَعْلى. الآنَ تَنْطَلِقُ نُزولًا في المُنْحَدَرِ بسُرْعَةٍ أَكْبَرَ مِمّا سَبَقَ وَتَقْطَعُ مَسافَةً أَطْوَلَ.



الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ السَّيّارَةَ لِتَصِلَ بها إلى أَقْصى سُرْعَتِها عندما تُطْلَقُ منَ الإرْتِفاعِ الأَعْلى.



تَمَسَّكْ جَيِّدًا!

عَرَباتُ الأَلْعابِ في مَدينَةِ المَلاهي لا مُحَرِّكات لها - الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ وَحْدَها تُزَوِّدُها بالقُدْرَةِ الّتي تَحْتاجُ إليها لِانْطِلاقِها في مَسالِكِها. تَبْدَأُ الرُّكْبَةُ بهُبوطٍ سَريعٍ في مُنْحَدَرٍ شَديدِ الإنْحِدارِ. هذا يُعْطي العَرَباتِ ما يَكْفي منَ السُّرْعَةِ لِتَرْتَفِعَ بعد ذلك إلى ذُرْوَةِ مُنْحَدَرٍ آخَرَ، وهكذا إلى أنْ تَصِلَ إلى نِهايَةِ مَسْلَكِها.

تأرجح بسيط

أَرْجِحْ رَقّاصَ بَنْدولٍ وانْظُرْ كَيْفَ أنّ كُلَّ نَوْسَةٍ (تَأَرْجُحٍ) تَسْتَغْرِقُ الوَقْتَ نَفْسَهُ. ماذا يَحْدُثُ لو غَيَّرْتَ وَزْنَ الرَّقّاصِ وطولَهُ؟

ما تحتاج إليه:



شَريط لاصِق

ثَلاثُ حَزَقات كَبيرة مَعْدِنِيّة

خَيْطُ مِصّيص (دوبارة)

مِقَصّ

ساعة تُري الثَّواني

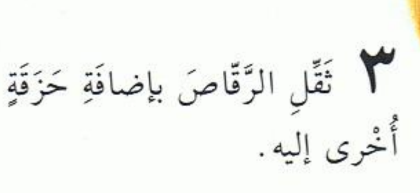


١ اِقْطَعْ خَيْطَيْنِ مُخْتَلِفَي الطّولِ. عَلِّقْ حَزَقَةً مَعْدِنِيَّةً في كُلٍّ مِنَ الخَيْطَيْنِ. هذان هما الرَّقّاصانِ. أَلْصِقِ الرَّقّاصَ القَصيرَ إلى حامِلٍ.

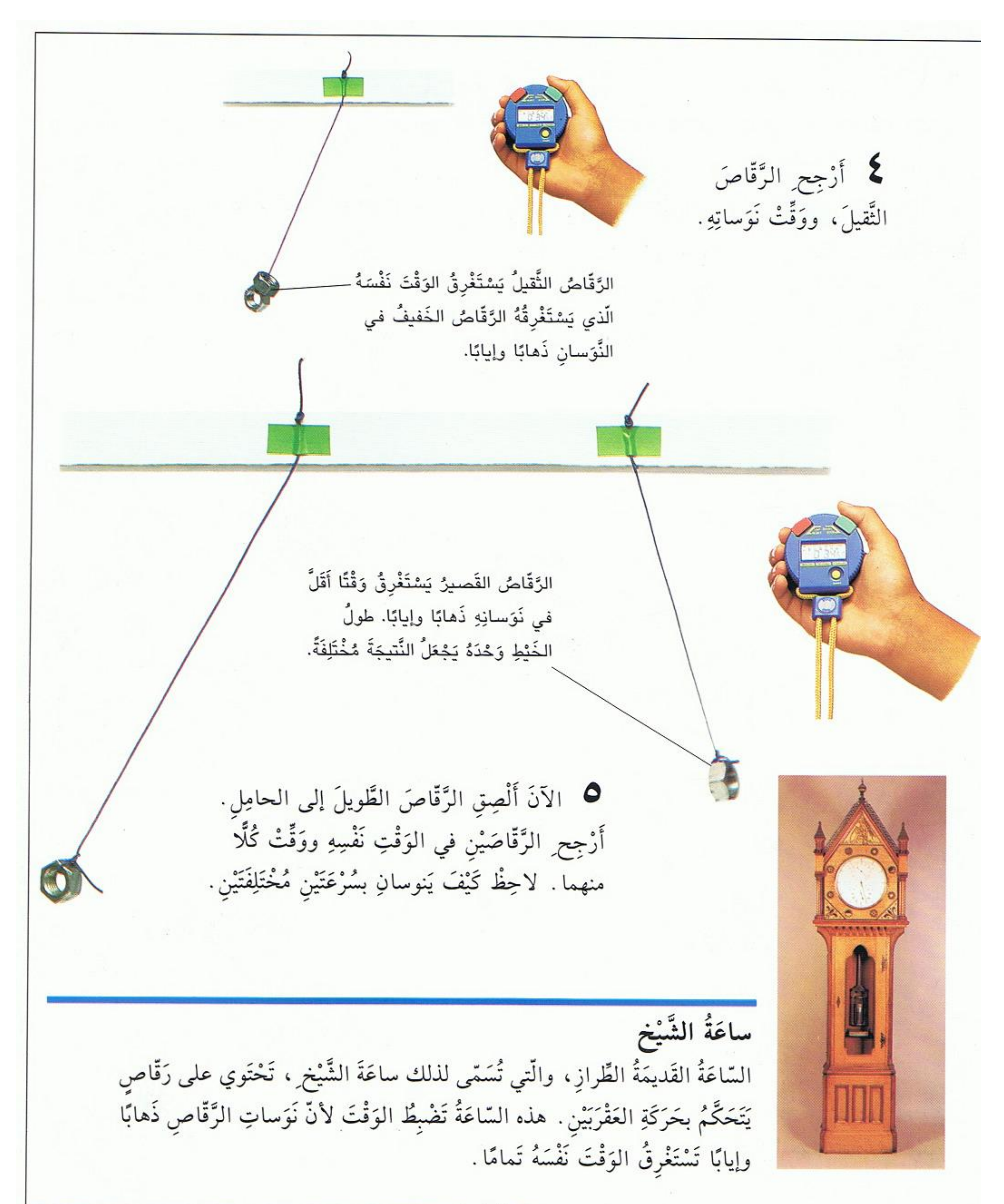
٢ أَرْجِحِ الرَّقّاصَ. وَقِّتْ كُلَّ نَوْسَةٍ ذَهابًا وإيابًا. أَفْلِتِ الرَّقّاصَ من عُلُوٍّ أَبْعَدَ ووَقِّتْ ثانِيَةً.

كُلُّ نَوْسَةٍ تَسْتَغْرِقُ الوَقْتَ نَفْسَهُ، بِغَضِّ النَّظَرِ عن مَوْضِعِ بَدْئِها.

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الرَّقّاصَ نُزولًا إذْ يَصِلُ إلى أَعْلى نَوْسَتِهِ.



٣ ثَقِّلِ الرَّقّاصَ بِإضافَةِ حَزَقَةٍ أُخْرى إليه.



٤ أَرْجِحِ الرَّقّاصَ الثَّقيلَ، ووَقِّتْ نَوَساتِهِ.

الرَّقّاصُ الثَّقيلُ يَسْتَغْرِقُ الوَقْتَ نَفْسَهُ الّذي يَسْتَغْرِقُهُ الرَّقّاصُ الخَفيفُ في النَّوَسانِ ذَهابًا وإيابًا.

الرَّقّاصُ القَصيرُ يَسْتَغْرِقُ وَقْتًا أَقَلَّ في نَوَسانِهِ ذَهابًا وإيابًا. طولُ الخَيْطِ وَحْدَهُ يَجْعَلُ النَّتيجَةَ مُخْتَلِفَةً.

٥ الآنَ أَلْصِقِ الرَّقّاصَ الطَّويلَ إلى الحامِلِ. أَرْجِحِ الرَّقّاصَيْنِ في الوَقْتِ نَفْسِهِ ووَقِّتْ كُلًّا منهما. لاحِظْ كَيْفَ يَنوسانِ بِسُرْعَتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْنِ.

ساعَةُ الشَّيْخ

السّاعَةُ القَديمَةُ الطِّرازِ، والّتي تُسَمّى لذلك ساعَةَ الشَّيْخِ، تَحْتَوي على رَقّاصٍ يَتَحَكَّمُ بحَرَكَةِ العَقْرَبَيْنِ. هذه السّاعَةُ تَضْبِطُ الوَقْتَ لأنّ نَوَساتِ الرَّقّاصِ ذَهابًا وإيابًا تَسْتَغْرِقُ الوَقْتَ نَفْسَهُ تَمامًا.

ساعة مائيّة

هلْ تَعْلَمُ كَيْفَ تَقيسُ الوَقْتَ بماءٍ ساقِطٍ؟ اِبْنِ ساعَةً مائِيَّةً بَسيطَةً. هذه السّاعَةُ تَعْمَلُ لأنّ الجاذِبيَّةَ الأَرْضِيَّةَ تَجْعَلُ الماءَ يَسْقُطُ بِمُعَدَّلٍ ثابِتٍ في خِلالِ فَتْرَةٍ منَ الزَّمَنِ.

ما تحتاج إليه:

- أَرْبَعَةُ مَشابِكِ وَرَق
- كوب پلاسْتيكِيّ
- ماء
- قارورة پلاسْتيكِيّة شَفّافة
- أَرْبَعَةُ أَسْياخِ كَباب
- بِطاقة (رُقيمة) لاصِقة
- ساعة تُري الثَّواني
- قَلَم



١ ⚠ اِسْأَلْ راشِدًا أنْ يَقُصَّ الجُزْءَ العُلْوِيَّ مِنَ القارورَةِ. ثمَّ اعْمَلْ بِأَحَدِ أَسْياخِ الكَبابِ ثَقْبًا صَغيرًا قُرْبَ قاعِدَةِ الكوبِ.

٢ ثَبِّتْ أَسْياخَ الكَبابِ الأَرْبَعَةَ إلى القارورَةِ بِمَشابِكِ الوَرَقِ على شَكْلِ مَحْمِلٍ، كما هو مُبَيَّنٌ.



٣ ضَعْ عَلامَةً على البِطاقَةِ وأَلْصِقْها إلى جانِبِ القارورَةِ. صُبَّ ماءً إلى مُسْتَوى العَلامَةِ على البِطاقَةِ.



٤ ضَعِ الكوبَ في مَحْمِلِ أَسْياخِ الكَبابِ. اِمْلَإِ الكوبَ بالماءِ. اِبْدَإِ التَّوْقيتَ بِالسّاعَةِ عِنْدَ بَدْئِكَ بِالصَّبِّ.



٥ عَلِّمْ مُسْتَوى الماءِ على البِطاقَةِ كُلَّ دَقيقَةٍ، إلى أنْ يَفْرَغَ الكوبُ مِنَ الماءِ تَمامًا.

٦ بِإمْكانِكَ الآنَ اسْتِخْدامُ ساعَتِكَ المائِيَّةِ. اِبْدَأْ بِمُسْتَوى الماءِ عِنْدَ العَلامَةِ الأولى. ثُمَّ امْلَإِ الكوبَ بِالماءِ.

رِمالُ الوَقْت

مُوَقِّتَةُ البَيْضِ هذه تَقيسُ الوَقْتَ الّذي تَسْتَغْرِقُهُ البَيْضَةُ لِتَغْلِيَ. إنّها تَحْتَوي على كَمِّيَّةٍ مِنَ الرَّمْلِ تَسْتَغْرِقُ في سُقوطِها مِنَ الحُجَيْرَةِ العُلْيا إلى الحُجَيْرَةِ السُّفْلى وَقْتًا ثابِتًا هو ثَلاثُ دَقائِقَ. ما عليك لِتَبْدَأَ المُوَقِّتَةُ عَمَلَها إلّا أنْ تَقْلِبَها رَأْسًا على عَقِبٍ.

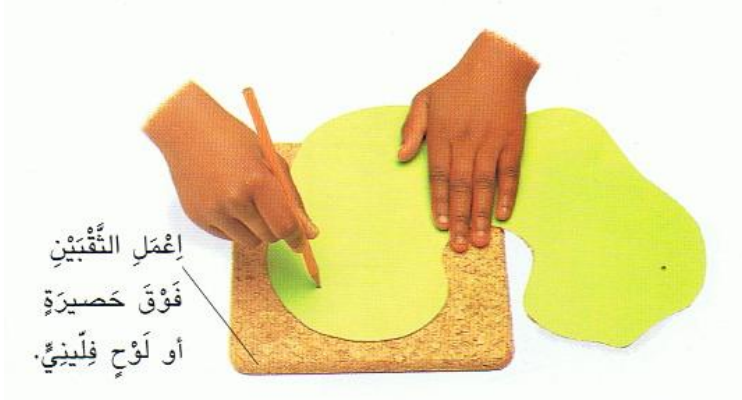
عَمَلُ توازُن

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الأَجْسامَ، على ما يَبْدو، من نُقْطَةٍ واحِدَةٍ فَقَطْ، هي «مَرْكَزُ الجاذِبِيَّةِ»، أو مَرْكَزُ الثِّقَلِ. جِدْ هذا المَرْكَزَ لتُوازِنَ على إصْبَعِكَ شَكْلًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ.

ما تحتاج إليه:

- مِسْطَرة
- وَرَقة مُقَوّاة
- قَلَمُ رَصاص
- مِقَصّ
- مَعْجونُ تَشْكيل
- خَيْط
- مِشْبَكُ وَرَق
- شَريط لاصِق

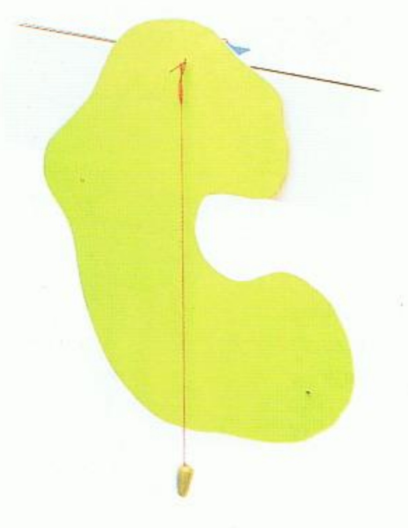
١ فَصِّلْ منَ الوَرَقَةِ المُقَوّاةِ شَكْلًا غَيْرَ مُنْتَظِمٍ.



اِعْمَلِ الثُّقْبَيْنِ فَوْقَ حَصيرَةٍ أو لَوْحٍ فِلّينِيٍّ.

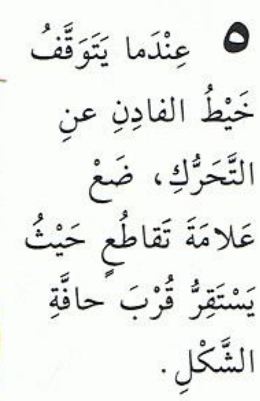
٢ اِسْتَخْدِمْ رَأْسَ قَلَمِ الرَّصاصِ لِتَعْمَلَ ثَقْبًا قُرْبَ كُلٍّ من حافَّتَيْنِ مُتَقابِلَتَيْنِ منَ الشَّكْلِ.

٣ الآنَ أَعِدَّ خَيْطَ فادِنٍ (شاقولِ بَنّائينَ). اِعْقِدْ حَلْقَةً في أَحَدِ طَرَفَيِ الخَيْطِ وثَبِّتْ كُتْلَةً من مَعْجونِ التَّشْكيلِ إلى الطَّرَفِ الآخَرِ.

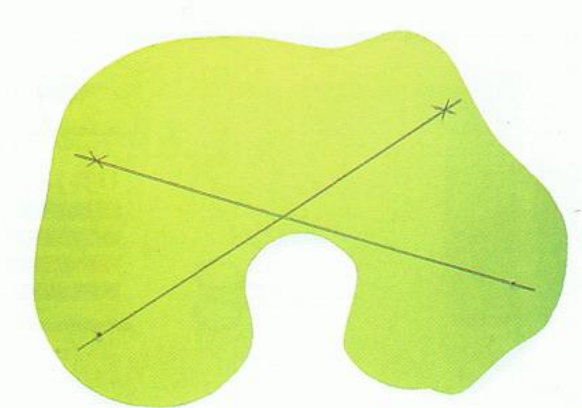


٤ اِفْتَحْ مِشْبَكَ الوَرَقِ لِعَمَلِ خُطّافٍ. أَلْصِقْهُ إلى حافَّةِ طاوِلَةٍ. عَلِّقِ الشَّكْلَ ثمّ خَيْطَ الفادِنِ على الخُطّافِ.





٥ عِنْدَما يَتَوَقَّفُ خَيْطُ الفادِنِ عنِ التَّحَرُّكِ، ضَعْ عَلامَةَ تَقاطُعٍ حَيْثُ يَسْتَقِرُّ قُرْبَ حافَّةِ الشَّكْلِ.

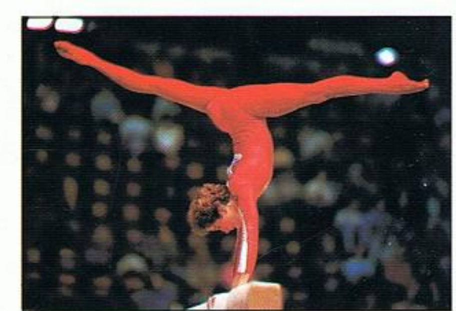


٦ اِنْزِعِ الشَّكْلَ عنِ الخُطّافِ وارْسُمْ خَطًّا بَيْنَ عَلامَةِ التَّقاطُعِ والثَّقْبِ. عَلِّقِ الشَّكْلَ منَ الثَّقْبِ الآخَرِ وكَرِّرِ الخُطُواتِ ٤ إلى ٦.

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ نُزولًا بشَكْلٍ مُتَساوٍ على الجَوانِبِ كُلِّها حَوْلَ مَرْكَزِ الجاذِبِيَّةِ، أو مَرْكَزِ الثِّقَلِ، وهكذا يَتَوازَنُ الشَّكْلُ.

النُّقْطَةُ الّتي يَتَقاطَعُ عِنْدَها الخَطّانِ هي مَرْكَزُ جاذِبِيَّةِ الشَّكْلِ أو مَرْكَزُ ثِقَلِهِ.

٧ ضَعِ الشَّكْلَ على إصْبَعِكَ عِنْدَ النُّقْطَةِ الّتي يَتَقاطَعُ عِنْدَها الخَطّانِ، فيَتَوازَنَ.



على عارِضَةِ الجُمْباز

لاعِبَةُ الجُمْبازِ هذه تَحْفَظُ تَوازُنَها على عارِضَةٍ ضَيِّقَةٍ بأَنْ تُبْقِيَ مَرْكَزَ جاذِبِيَّتِها، أو مَرْكَزَ ثِقَلِها، فَوْقَ تلك العارِضَةِ.

مُهرِّج نَبيه

اِصْنَعْ مُهرِّجًا يَتوازَنُ بِالمَقْلوبِ على سِلْكٍ عالٍ ولا يَقَعُ أَبَدًا! كُلّ ما عليك أَنْ تَفْعَلَ هو أَنْ تَجْعَلَ مَرْكَزَ جاذِبِيَّةِ المُهرِّجِ، أو مَرْكَزَ ثِقَلِهِ، تَحْتَ السِّلْكِ.

ما تحتاج إليه:



خَيْطُ مِصّيص (دوبارة)

حَزَقَتانِ مَعْدِنِيَّتانِ



أَقْلامُ تَلْوين

مَعْجونُ تَشْكيل



وَرَقة مُقَوّاة

مِقَصّ



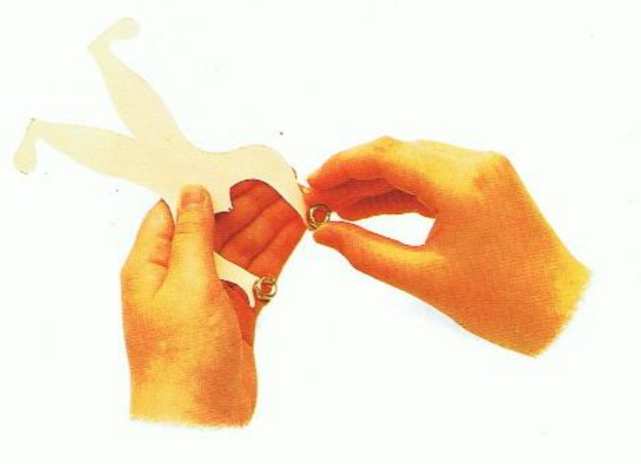
قارورَتا ماء



١ أُرْسُمْ على وَرَقَةٍ مُقَوّاةٍ شَكْلَ مُهَرِّجٍ رافِعًا يَدَيْهِ. لَوِّنْهُ.



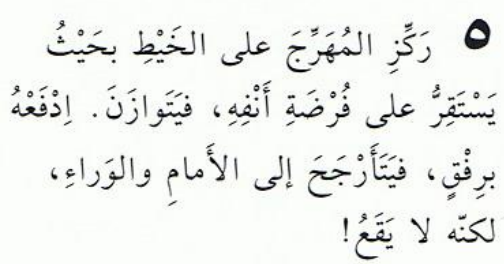
٢ فَصِّلِ المُهَرِّجَ واعْمَلْ في أَنْفِهِ فُرْضَةً صَغيرَةً.



٣ أَلْصِقْ بشَيْءٍ من مَعْجونِ التَّشْكيلِ حَزَقَةً مَعْدِنِيَّةً وَراءَ كُلٍّ من يَدَيِ المُهَرِّجِ.



٤ اِعْقِدِ الخَيْطَ إلى عُنُقَيِ القارورَتَيْنِ. باعِدْ بَيْنَ القارورَتَيْنِ لِيكونَ لديكَ سِلْكٌ عالٍ.



٥ رَكِّزِ المُهَرِّجَ على الخَيْطِ بحَيْثُ يَسْتَقِرُّ على فُرْضَةِ أَنْفِهِ، فيَتَوازَنَ. اِدْفَعْهُ برِفْقٍ، فيَتَأَرْجَحَ إلى الأمامِ والوَراءِ، لكنّه لا يَقَعُ!



مُعْظَمُ وَزْنِ المُهَرِّجِ في الحَزَقَتَيْنِ المَعْدِنِيَّتَيْنِ عِنْدَ طَرَفَيِ الذِّراعَيْنِ.

لا يَقَعُ المُهَرِّجُ لأنّ مَرْكَزَ جاذِبِيَّتِهِ، أو مَرْكَزَ ثِقَلِهِ، والّذي يكونُ تَحْتَ الخَيْطِ، يَشُدُّهُ نُزولًا إلى الخَيْطِ.



وُقوف ثابت

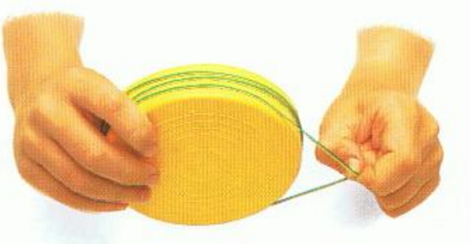
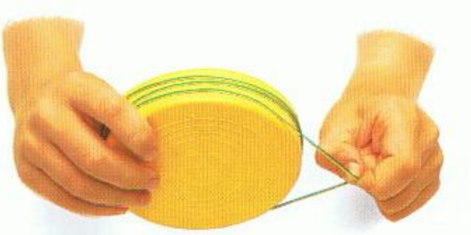
يَنْبَغي أنْ تَظَلَّ الكاميرا التِّلِفِزْيونِيَّةُ ثابِتَةً في مَوْضِعِها. تُوْضَعُ على حامِلٍ ذي قاعِدَةٍ ثَقيلَةٍ، وهذا يُعْطيها مَرْكَزَ جاذِبِيَّةٍ، أو مَرْكَزَ ثِقَلٍ، مُنْخَفِضًا، بحَيْثُ لا تَنْقَلِبُ بسُهولَةٍ.

التَّدحرُج صُعُدًا

هلْ تَتَدَحْرَجُ العَجَلَةُ صُعُدًا؟ تَتَدَحْرَجُ إذا غَيَّرْتَ مَرْكَزَ جاذِبِيَّتِها، أو مَرْكَزَ ثِقَلِها، بحَيْثُ يَسْقُطُ المَرْكَزُ إذْ تَرْتَفِعُ العَجَلَةُ.

ما تحتاج إليه:

- وَرَقة مُقَوّاة قاسِية
- غِطاء مُسْتَدير
- كُلَل (بِلْي)
- أَرْبِطة مَطّاطِيّة
- مَعْجونُ تَشْكيل

١ ضَعِ الأَرْبِطَةَ المَطّاطِيَّةَ حَوْلَ الغِطاءِ.

٢ أَلْصِقِ الكُلَلَ داخِلَ الغِطاءِ بمَعْجونِ تَشْكيلٍ.

لِتَكُنِ الكُلَلُ مُتَلاصِقَةً.

مَرْكَزُ جاذِبِيَّةِ العَجَلَةِ، أو مَرْكَزُ ثِقَلِها، في الكُلَلِ لأنّها أَثْقَلُ الأَجْزاءِ فيها.



تَأَكَّدْ أنّ الكُلَلَ، في أَعْلى العَجَلَةِ، تُواجِهُ المُنْحَدَرَ.

٣ اِطْوِ الوَرَقَةَ المُقَوّاةَ لِعَمَلِ مُنْحَدَرٍ. ضَعِ العَجَلَةَ عِنْدَ أَسْفَلِ المُنْحَدَرِ.

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الكُلَلَ نُزولًا إلى أَخْفَضِ ما يُمْكِنُ.

٤ أَفْلِتِ العَجَلَةَ، فتَتَدَحْرَجَ صاعِدَةً المُنْحَدَرَ وتَقِفُ عِنْدَ أَعْلاهُ!

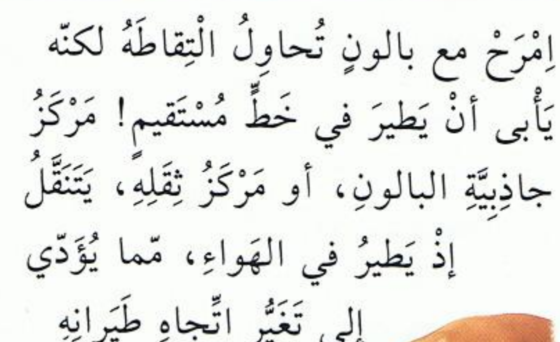
لُعَب لا تَنْقَلِب



لهذه اللُّعْبَةِ المُتَمايِلَةِ قاعِدَةٌ ثَقيلَةٌ. إذا قَلَبْتَها، يَجْعَلُها مَرْكَزُ جاذِبِيَّتِها، أو مَرْكَزُ ثِقَلِها، المُنْخَفِضُ تَرْتَدُّ مُنْتَصِبَةً.



طَيّار مُضحِك



اِمْرَحْ مع بالونٍ تُحاوِلُ الْتِقاطَهُ لكنّه يَأْبى أنْ يَطيرَ في خَطٍّ مُسْتَقيم! مَرْكَزُ جاذِبيَّةِ البالونِ، أو مَرْكَزُ ثِقَلِهِ، يَتَنَقَّلُ إذْ يَطيرُ في الهَواءِ، مّما يُؤَدّي إلى تَغَيُّرِ اتِّجاهِ طَيَرانِهِ

ما تحتاج إليه:



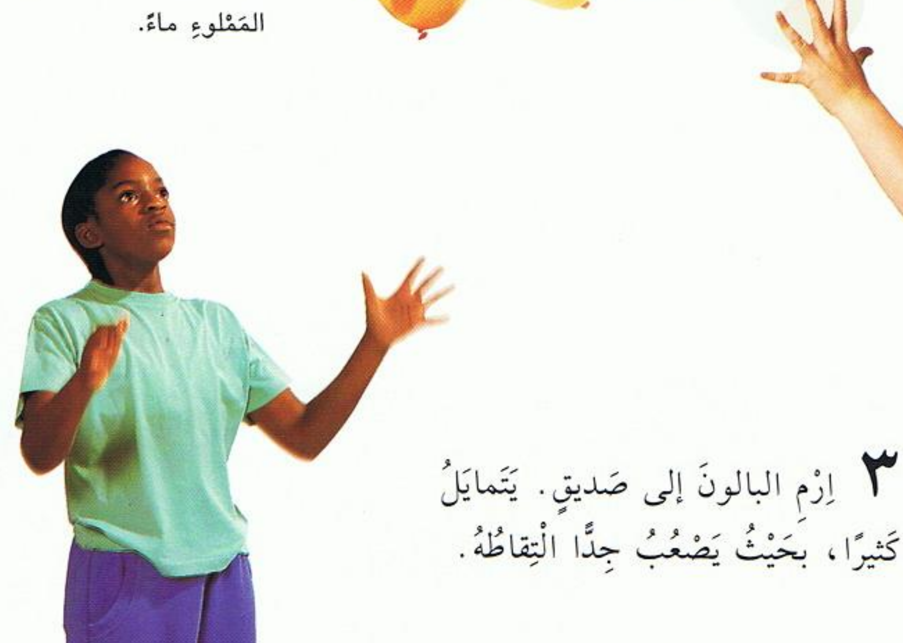
بالونانِ

ماء

مِنْفاخُ بالونات

١ صُبَّ قليلًا منَ الماءِ في أَحَدِ البالونَيْنِ واعْقِدْ عُنُقَهُ.

٢ أَدْخِلِ البالونَ المَمْلوءَ ماءً في البالونِ الآخَرِ، وانْفُخْ هذا البالونَ واعْقِدْ عُنُقَهُ.



البالونُ يَتَمايَلُ لأنّ مَرْكَزَ جاذِبيَّتِهِ، أو مَرْكَزَ ثِقَلِهِ، يَتَغَيَّرُ مع تَحَرُّكِهِ.

مَرْكَزُ جاذِبيَّةِ البالونِ، أو مَرْكَزُ ثِقَلِهِ، في البالونِ المَمْلوءِ ماءً.

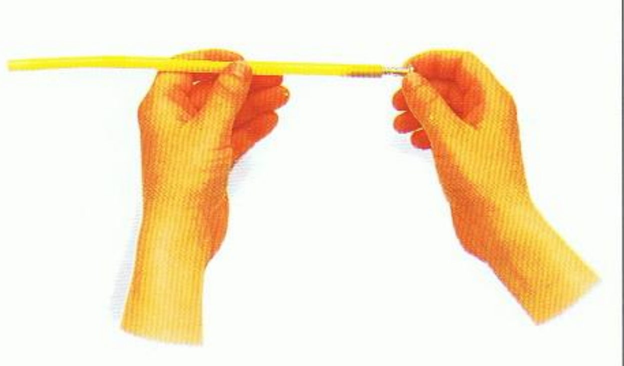
٣ اِرْمِ البالونَ إلى صَديقٍ. يَتَمايَلُ كَثيرًا، بِحَيْثُ يَصْعُبُ جِدًّا الْتِقاطُهُ.

ميزان حَسّاس

اِمْسِكْ في يَدِكَ شَيْئًا دَقيقًا. قد تَشْعُرُ أنْ لا وَزْنَ له، لكنّ الجاذِبِيَّةَ الأَرْضِيَّةَ تُعْطي كُلَّ شَيْءٍ وَزْنًا. اِصْنَعْ ميزانًا حَسّاسًا يَكْتَشِفُ أَخَفَّ الأَجْسامِ.

ما تحتاج إليه:

- شَقّة منَ الوَرَق المُقَوّى
- دَبّوس
- قَشَّةُ شُرْب (شَفّاطة) قابِلة للثَّني
- مِسْطَرة
- مِقَصّ
- بُرْغِيّ (قَلاووظ)
- قَلَم
- قِطَع من خُيوط
- عُلْبَةُ ثِقاب فارِغة
- مَعْجونُ تَشْكيل



١ أَدْخِلْ شَيْئًا من مَعْجونِ التَّشْكيلِ في الطَّرَفِ الطَّويلِ من قَشَّةِ الشُّرْبِ. ثمَّ ابْرُمِ البُرْغِيَّ في مَعْجونِ التَّشْكيلِ.



٢ قُصَّ فُرْضَةً في الطَّرَفِ الآخَرِ من قَشَّةِ الشُّرْبِ.



٣ ⚠ اِغْرِزِ الدَّبّوسَ في قَشَّةِ الشُّرْبِ قُرْبَ البُرْغِيِّ.

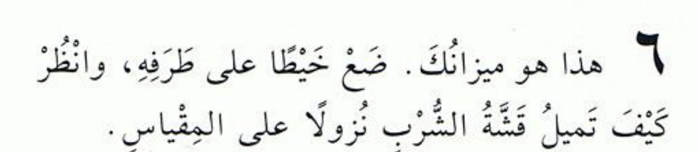


٤ قُصَّ عُلْبَةَ الثِّقابِ إلى نِصْفَيْنِ لِعَمَلِ حامِلٍ.



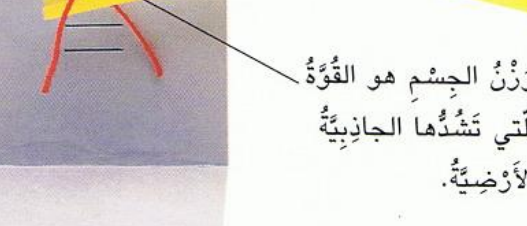
٥ أُرْسُمْ على شَقَّةِ الوَرَقِ المُقَوّى مِقْياسًا. ثمَّ اثْنِ الشَّقَّةَ وأَوْقِفْها وَراءَ الطَّرَفِ ذي الفُرْضَةِ من قَشَّةِ الشُّرْبِ.

اِثْنِ طَرَفَ قَشَّةِ الشُّرْبِ، ثمَّ ضَعِ الدَّبّوسَ على الحامِلِ.



عَدِّلْ وَضْعَ البُرْغِيِّ إلى أنْ يُصْبِحَ طَرَفُ قَشَّةِ الشُّرْبِ على مُسْتَوى أَعْلى عَلامَةٍ على المِقْياسِ.

٦ هذا هو ميزانُكَ. ضَعْ خَيْطًا على طَرَفِهِ، وانْظُرْ كَيْفَ تَميلُ قَشَّةُ الشُّرْبِ نُزولًا على المِقْياسِ.



الخَيْطُ يَجْعَلُ هذا الطَّرَفَ منَ الميزانِ أَثْقَلَ قليلًا. الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّهُ فتَميلُ قَشَّةُ الشُّرْبِ.

وَزْنُ الجِسْمِ هو القُوَّةُ الّتي تَشُدُّها الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ.





تَدْقيقُ الوَزْنِ

يَسْتَخْدِمُ العُلَماءُ مَكِناتِ وَزْنٍ حَسّاسَةً لِقِياسِ مَوادَّ كيماوِيَّةٍ طِبِّيَّةٍ بالِغَةِ الصِّغَرِ. هذه المَكِنَةُ الّتي تَراها في الصّورَةِ هي منَ الدِّقَّةِ بحَيْثُ تَقيسُ وَزْنَ عَشَرَةٍ بالأَلْفِ منَ الغْرامِ.

رافِعُ أثقال

تَشُدُّ الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ كُلَّ شَيْءٍ نُزولًا ، لكنّ بَعْضَ القُوى تَعْمَلُ عَكْسَها . أُنْظُرْ كَيْفَ يَدْفَعُ الماءُ الأَجْسامَ ويَجْعَلُها تَبْدو أَخَفَّ وَزْنًا .

ما تحتاج إليه :





مِشْبَكا وَرَق

مِقَصّ

شَريط لاصِق

مَعْجونُ تَشْكيل

ماء

وِعاء طَويل شَفّاف

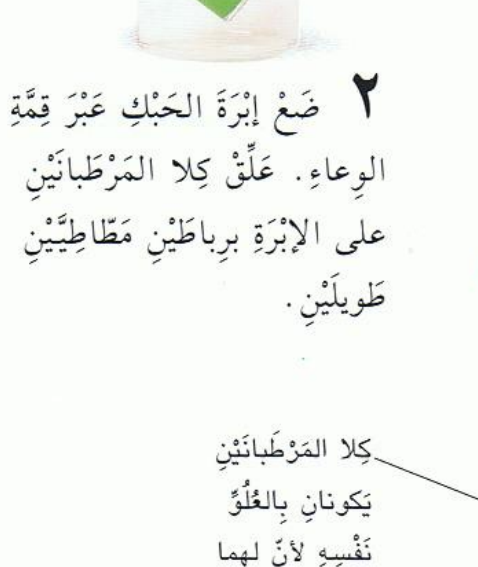
مَرْطَبانانِ (بَرْطَمانانِ) صَغيرانِ مَمْلوءانِ

أَرْبَعَةُ أَرْبِطَة مَطّاطِيّة

إبْرَةُ (صِنّارَةُ) حَبْك



١ ضَعْ رِباطًا مَطّاطِيًّا قَصيرًا حَوْلَ كُلٍّ مِنَ المَرْطَبانَيْنِ. اِفتَحْ مِشْبَكَي الوَرَقِ بِحَيْثُ تُشَكِّلُ خُطّافَيْنِ تُعَلِّقُهُما على الرِّباطَيْنِ المَطّاطِيَّيْنِ.



ضَعْ مَعْجونَ تَشْكيلٍ على الطَّرَفِ الحادِّ مِنَ الإبْرَةِ.

عَلِّقْ أَحَدَ المَرْطَبانَيْنِ داخِلَ الوِعاءِ.

٢ ضَعْ إبْرَةَ الحَبْكِ عَبْرَ قِمَّةِ الوِعاءِ. عَلِّقْ كِلا المَرْطَبانَيْنِ على الإبْرَةِ بِرِباطَيْنِ مَطّاطِيَّيْنِ طَويلَيْنِ.



كِلا المَرْطَبانَيْنِ يَكونانِ بِالعُلُوِّ نَفْسِهِ لأنّ لهما الوَزْنَ نَفْسَهُ.

٣ أَلْصِقِ الإبْرَةَ إلى الوِعاءِ إلْصاقًا مُحْكَمًا.

٤ اِمْلَإِ الوِعاءَ بالماءِ.

الماءُ يَدْفَعُ المَرْطَبانَ إلى أَعْلى، مُقاوِمًا شَدَّ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ إلى أَسْفَلَ، مِمّا يَجْعَلُ المَرْطَبانَ أَخَفَّ وَزْنًا.

٥ يَرْتَفِعُ المَرْطَبانُ داخِلَ الوِعاءِ إلى مُسْتَوًى أَعْلى مِنَ المَرْطَبانِ خارِجَهُ.

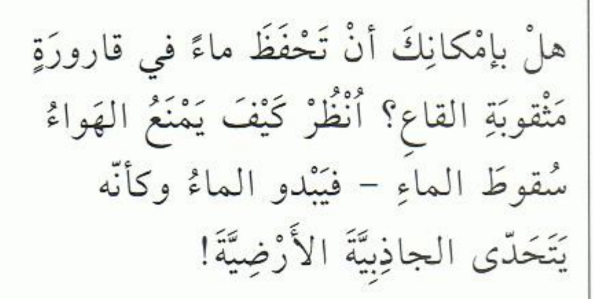
الرِّباطُ المَطّاطِيُّ لا يَمْتَطُّ أَكْثَرَ كَالسّابِقِ لأَنَّ المَرْطَبانَ الآنَ أَخَفُّ. وهذا يُوْقِفُهُ عِنْدَ مُسْتَوًى أَعْلى.



أَخْشاب مُسافِرة

يَصْعُبُ نَقْلُ هذه الأَخْشابِ فَوْقَ اليابِسَةِ. لذا تُنْقَلُ طافِيَةً على الماءِ. الماءُ يَعْمَلُ مُضادًّا لِشَدِّ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ نُزولًا، فيَحْمِلُ الأَخْشابَ ويَجْعَلُ نَقْلَها أَيْسَرَ.

قارورة غَريبة



هلْ بإمْكانِكَ أنْ تَحْفَظَ ماءً في قارورَةٍ مَثْقوبَةِ القاعِ؟ أُنْظُرْ كَيْفَ يَمْنَعُ الهَواءُ سُقوطَ الماءِ - فيَبْدو الماءُ وكأنّه يَتَحَدّى الجاذِبِيَّةَ الأَرْضِيَّةَ!

ما تحتاج إليه:



مِقَصّ

ماء

طاس

قارورة پلاسْتيكِيّة بغِطاء لَوْلَبِيّ

١ ⚠ أُثْقُبْ قاعَ القارورَةِ بمِقَصٍّ عِدَّةَ ثُقوبٍ.

٢ أَوْقِفِ القارورَةَ في الطّاسِ وامْلَأْها بسُرْعَةٍ بالماءِ. أَغْلِقْها حالًا بالغِطاءِ اللَّوْلَبِيِّ.

إمْسِكِ القارورَةَ من غِطائِها ولا تَضْغَطْ جَوانِبَها.

الهَواءُ تَحْتَ القارورَةِ يَدْفَعُ صُعُدًا في اتِّجاهِ الثُّقوبِ. وهو بذلك يُقاوِمُ قُوَّةَ الجاذِبِيَّةِ الأَرْضِيَّةِ ويَمْنَعُ الماءَ منَ السُّقوطِ.

٣ اِرْفَعِ القارورَةَ. لا يَسيلُ مِنَ الثُّقوبِ ماءٌ!

عِنْدَ نَزْعِ الغِطاءِ، يَدْخُلُ الهَواءُ القارورَةَ ويَدْفَعُ الماءَ نُزولًا.

الجاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ تَشُدُّ الآنَ الماءَ نُزولًا.

٤ الآنَ حُلَّ الغِطاءَ، فَيَسيلَ الماءُ مِنَ القارورَةِ.



مُسْتَمْسِك ذَكِيّ

لِضِفْدَعِ الشَّجَرِ بِطاناتٌ ماصَّةٌ في أَطْرافِ أَصابعِ يَدَيْهِ وقَدَمَيْهِ تُساعِدُهُ في التَّعَلُّقِ بِما حَوْلَهُ. الهَواءُ الّذي يَضْغَطُ على البِطاناتِ يَسْنُدُ الضِّفْدَعَ إذْ يُمْسِكُ بِأَوْراقِ الشَّجَرِ والأَغْصانِ.


كتب الفراشة
تجارب علمية مبسطة
تجارب علميّة مُبسّطة
الجاذبيّة الأرضيّة
هل تعرف كيف توازِن على إصبعك شكلًا
غير منتظِم، أو كيف تَزِن خيطًا؟
سلسلة جديدة من كتب الأنشطة تجعل من اكتساب
العلم تسلية. كتب حافلة بمشروعات وتجاربَ
مبسَّطة وآمنة يمكن إجراؤها في المدرسة أو في
البيت. كلّ كتاب منها يتناول المبادئ الأساسيّة في
موضوع من موضوعات العلوم. التجارب كلّها يسهل تتبُّعها
عبر تعليمات وصور توضيحيّة تنتقل مع التجربة خطوةً خطوةً.
01C193262
MY SCIENCE BOOK OF : GRAVITY
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)
مكتبة لبنان ناشرون